LOS CARACTERES ANATÓMICOS FOLIARES DE LAS ESPECIES DE PINUS CULTIVADAS EN MENDOZA[1]

Por MANUEL R. CÁCERES[2]

La taxonomía del género *Pinus* L. basada en caracteres morfológicos de sus órganos vegetativos y fructíferos, puede complementarse con el estudio histológico de las hojas, las que ofrecen diferencias anatómicas suficientes para completar el reconocimiento de las especies.

He realizado esta contribución como un complemento del trabajo del Ing. Agr. JULIO C. BURGOS, sobre el reconocimiento de las especies pertenecientes al mencionado género, que se hallan cultivadas en la ciudad de Mendoza.

HARLOW (1947) identificó los pinos de EE. UU. basándose en la estructura de las hojas, y las descripciones que este autor hace de cada especie me han servido de guía para reconocer los que se encuentran en Mendoza.

CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE LAS HOJAS. — La anatomía de las hojas responde al tipo «xerofítico de adaptación» (WETTSTEIN-WETTSTEIN, 1944), caracterizado por la «superficie foliar reducida, fuerte cutinización y estomas hundidos» (EAMES and MAC DANIELS, 1925). A esto podemos agregar presencia bien notable de elementos esclerenquimáticos. En términos generales las estructuras estudiadas responden a las siguientes características:

Sección transversal. — En forma de semicírculo o de sector de círculo.

Epidermis. — Fuertemente cutinizada, con estomas hundidos. La disposición y forma de las células epidérmicas que circundan el estoma pueden ofrecer diferencias específicas.

Hipodermis. — Formada por elementos esclerenquimáticos dispuestos en una sola capa de células (fig. 1, A) o en varias. En este último caso recibe el nombre de *biforme*, *multiforme* o *uniforme*. Hipodermis *biforme* (fig. 1, B) es aquella cuya capa externa está formada por células de membrana más bien delgada y la o las

[1] Trabajo realizado en la cátedra de Botánica Agrícola I de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Cuyo.

[2] Ing. Agr. Profesor adjunto de Botánica Agrícola II, a cargo del curso de Botánica Agrícola I, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Cuyo. El autor agradece la colaboración del Ing. Agr. JULIO C. BURGOS, quien reconoció y facilitó el material de estudio.

internas por células de membrana gruesa; *multiforme* (fig. 1, F), cuando la membrana celular aumenta de espesor de las capas externas a las más internas, y *uniforme*, cuando todas las células

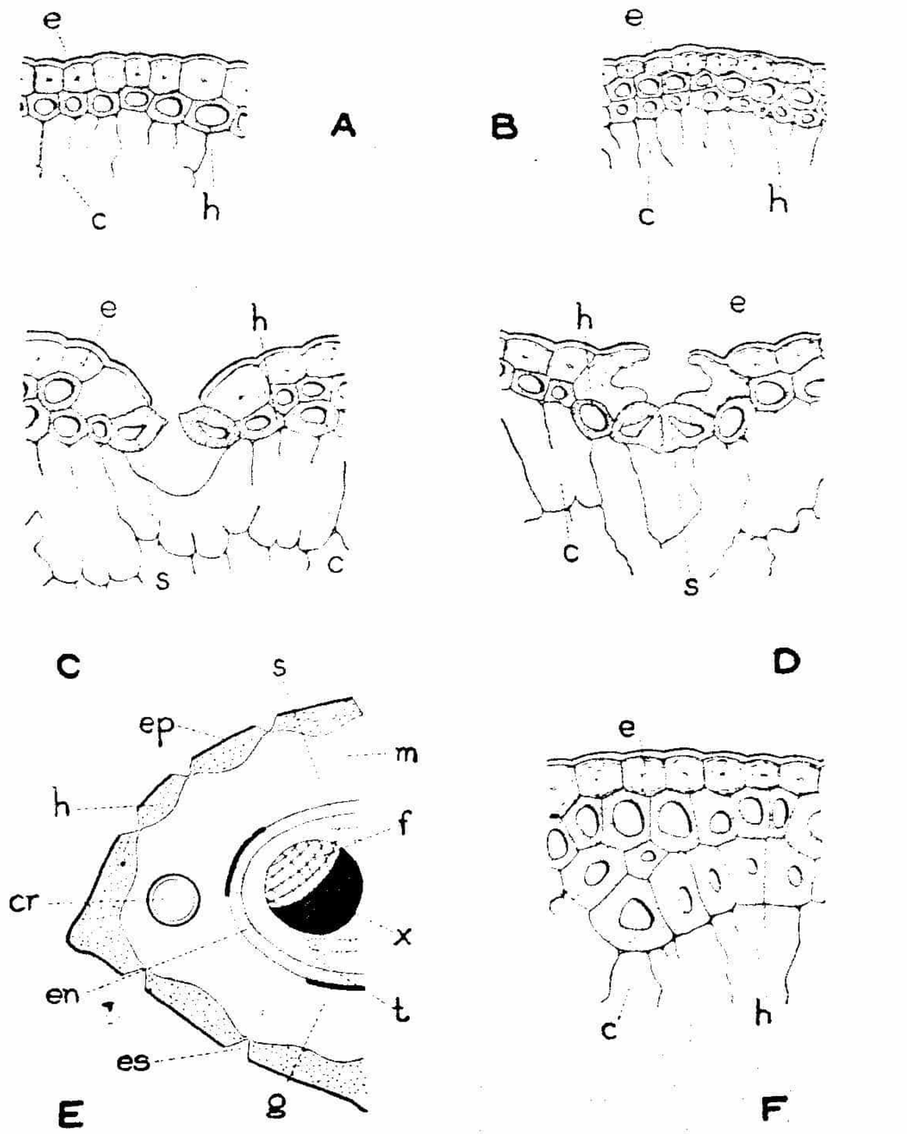

FIG. 1. — A, hipodermis de una capa de células. B, hipodermis biforme. F, hipodermis multiforme. × 200. C, estoma de *P. Sabiniana*, DOUGLAS. D, estoma de *P. radiata*, DON. × 280. *e*, epidermis; *h*, hipodermis; *c*, clorenquima; *s*, células semilunares. E, esquema general del corte transversal de hoja; *ep*, epidermis; *h*, hipodermis; *cr*, canal resinífero; *en*, endodermis; *es*, estoma; *s*, esclerenquima; *f*, floema; *x*, xilema; *t*, tejido de transfusión; *g*, células de la endodermis con membrana externa engrosada.

de la hipodermis son aproximadamente del mismo espesor. Estas diferencias tienen valor taxonómico.

Mesófilo. — Las células del clorenquima presentan membranas con prolongaciones o pliegues internos. En el mesófilo se encuen-

tran los canales resiníferos que pueden ser *externos*, *mediales* o *internos*, según que se encuentren contiguos a la epidermis, entre el clorénquima o adyacentes a la endodermis, respectivamente. Las células que rodean el epitelio secretor se presentan con membrana gruesa, medianamente gruesa o delgada, según los casos. Estas características, así como también la disposición de los canales en el mesófilo, tienen importancia para la clasificación de las especies.

Endodermis. — Por lo general está formada por células de membrana delgada, aunque en algunos casos la membrana externa está engrosada. Las bandas de Caspary son bien apreciables, y en ciertas estructuras se extienden hasta la pared exterior de las células.

Tejido de transfusión. — Rodea los haces vasculares y se extiende hasta la endodermis. Está formado por células de membrana delgada, la cual presenta poros areolados. Entre este tejido de transfusión se pueden encontrar elementos esclerenquimáticos que se hallan dispersos u ordenados formando bandas adyacentes a los haces vasculares. En la sección transversal estas bandas aparecen como líneas o cuñas entre los haces.

Haces vasculares. — Se presentan en número de uno o dos. Pueden estar muy juntos, medianamente juntos o separados.

MATERIAL Y MÉTODO. — Las hojas se coleccionaron en los ejemplares del parque y plaza General San Martín, de la ciudad de Mendoza, a principios del mes de mayo, con el asesoramiento del Ing. Agr. JULIO C. BURGOS, quien indicó los ejemplares identificados por los caracteres organográficos.

El material fué fijado con F. A. A. (formalina, ácido acético y alcohol etílico) e incluído en parafina. La deshidratación se hizo con alcohol etílico y xilol, y los cortes, a micrótomo a 20 μ de espesor. Se empleó la doble coloración safranina « fast green », de acuerdo con la técnica aconsejada por SASS (1940). — Los dibujos fueron hechos con cámara clara y se adoptó como guía las ilustraciones de COUPIN, JODIN y DAUPHYNÉ (1908) para los dibujos esquemáticos. Las descripciones de las estructuras de cada especie se hicieron en base a las secciones transversales de las hojas.

CLAVE PARA EL RECONOCIMIENTO DE LAS ESPECIES

A. — Lámina foliar con un haz vascular. *P. Griffithii*

B. — Lámina foliar con dos haces vasculares.

I. — Sección semicircular.

a) Canales resiníferos externos.

1. — Canales resiníferos siempre presentes (2-7). Células que rodean el epitelio secretor, de membrana medianamente engrosada. Diámetro máximo de la sección de 850 μ. *P. halepensis*

2. — Canales resiníferos a menudo ausentes (1-3 cuando presentes) con células que rodean el epitelio secretor de membrana engrosada. Diámetro máximo de la sección de 1.600 μ. *P. Pinea*

b) Canales resiníferos mediales. Pueden encontrarse canales resiníferos en el tejido de transfusión.

1. — Hipodermis multiforme, muy notable, especialmente en los ángulos. Bandas de Caspary poco notables. Diámetro máximo de la sección, 2.000 μ. *P. Pinaster*

2. — Hipodermis en parte biforme y en parte de una sola capa de células. Bandas de Caspary muy notables, extendiéndose ocasionalmente hasta la membrana externa. Diámetro máximo de la sección, de 1.500 μ. *P. nigra*

II. — Sección en forma de sector de círculo.

a) Canales resiníferos externos; hipodermis muy notable, llegando en algunos casos hasta la endodermis. *P. canariensis*

b) Canales resiníferos mediales.

1. — Células que rodean el epitelio secretor, de membrana gruesa.

x Células de la endodermis con la membrana externa engrosada. *P. ponderosa*

xx Células de la endodermis de membrana delgada y uniforme en espesor. Células epidérmicas circundantes del estoma formando cavidad muy cerrada. *P. radiata*

2. — Células que rodean el epitelio secretor, de membrana delgada o medianamente engrosada. Células epidérmicas que circundan el estoma formando cavidad de abertura amplia. *P. sabiniana*

DESCRIPCIÓN ANATÓMICA DE LAS ESPECIES

1. **Pinus halepensis** MILL. (fig. 2, A)

Sección de la hoja en forma de semicírculo, de 850 μ de diámetro máximo. Estomas ubicados en las caras dorsal y ventral. Hipodermis en parte formada por una sola capa de células, en parte biforme. Canales resiníferos externos en número de 5. Células que rodean el epitelio secretor de membrana medianamente engrosada. Endodermis con células de membrana delgada y de espesor uniforme. Haces vasculares en número de 2; muy juntos. Se encuentran elementos esclerenquimáticos en forma de haces que en sección transversal aparecen como cuña o T entre el tejido vascular.

2. **Pinus ponderosa** Douglas (fig. 2, B)

Sección de hoja en forma de círculo, de 1.700 μ de diámetro máximo. Estomas en las caras dorsal y ventral. Hipodermis biforme. Canales resiníferos mediales, en número de 2 en los casos

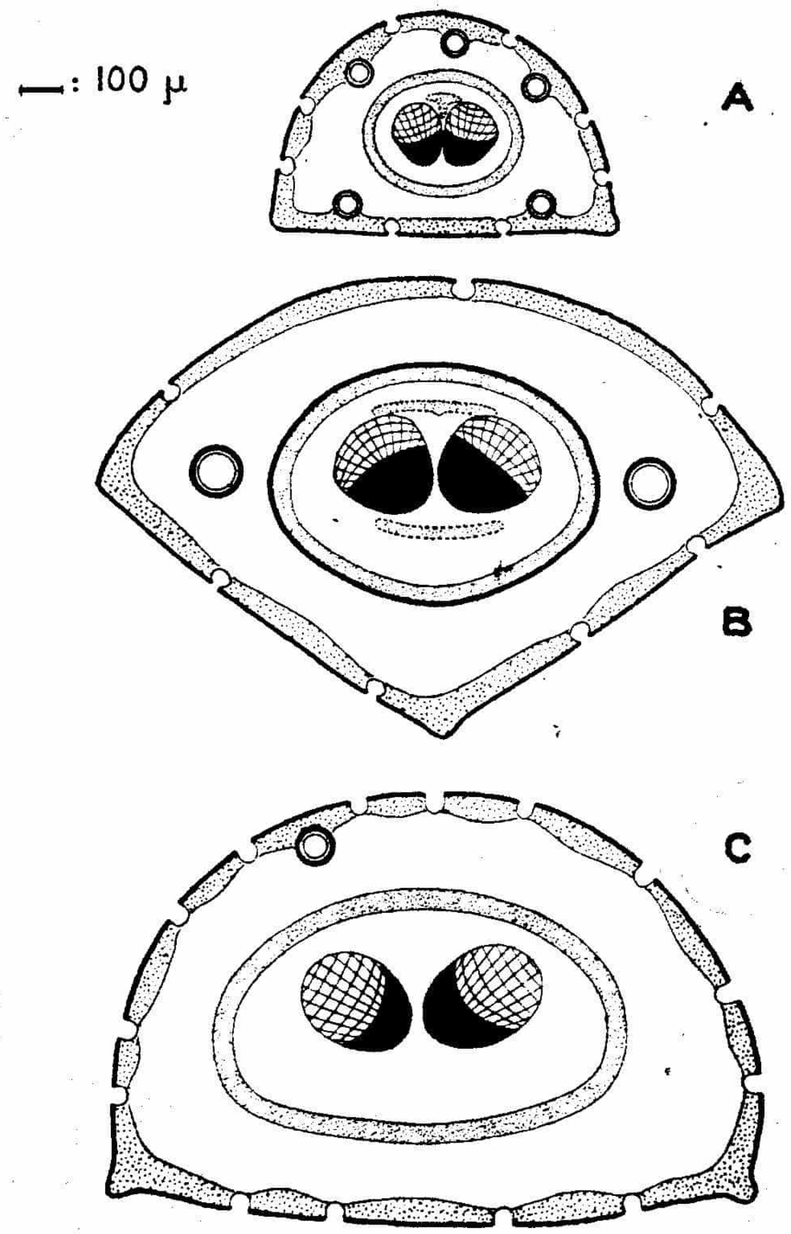

Fig. 2. — Esquema general del corte transversal de hojas de: A, *P. halepensis*, Mill.; B, *P. ponderosa*, Douglas; C, *P. Pinea*, Linn.

observados, ubicados en los ángulos laterales de la sección. Células que rodean el epitelio secretor, de membrana engrosada. Endodermis con células de membrana externa engrosada. Haces vasculares en número de 2, separados. Hay elementos esclerenquimáticos dispuestos en bandas adyacentes al floema y xilema, en el tejido de transfusión.

3. **Pinus Pinea** Linn. (fig. 2, C)

Sección de la hoja en forma de semicírculo, de 1.600 μ de diámetro máximo. Estomas en las caras dorsal y ventral. Hipodermis biforme. Canales resiníferos ausentes, o, cuando presentes, en número reducido (1 en los casos observados), externos. Células que rodean el epitelio secretor, de membrana gruesa. Endodermis con células de membrana delgada y de espesor uniforme. Haces vasculares en número de 2; medianamente juntos. En algunos casos se observan elementos esclerenquemáticos dispersos en el tejido de transfusión.

Obs. — La característica de las células que rodean el epitelio secretor de los canales resiníferos, de poseer membrana gruesa, que he observado en todos los casos, no coincide con la descripción que hace Harlow (op. cit.), pues menciona células de membrana delgada para esta especie.

4. **Pinus canariensis** C. Smith (fig. 3, A)

Sección de la hoja en forma de círculo, de 1.300 μ de diámetro máximo. Estomas en las caras dorsal y ventral. Las células epidérmicas que circundan al estoma, tienen forma arqueada, determinando una cavidad medianamente cerrada. Hipodermis multiforme, muy notable, llegando en algunos casos hasta la endodermis. Canales resiníferos externos, en número de 3 en los casos observados, en correspondencia con los ángulos de la sección. Células que rodean el epitelio secretor, de paredes gruesas. Endodermis con células de paredes delgadas y de espesor uniforme. Haces vasculares en número de 2; muy juntos. Hay elementos esclerenquimáticos en forma de haces que en sección transversal aparecen como cuña entre el tejido conductor, o distribuídos sin orden en el tejido de transfusión.

5. **Pinus Sabiniana** Douglas (fig. 3, B)

Sección de la hoja en forma de sector de círculo, de 1.500 μ de diámetro máximo. Estomas en las caras dorsal y ventral. Las células epidérmicas que circundan el estoma forman una cavidad de abertura amplia (fig. 1, C). Hipodermis multiforme. Canales resiní-

feros mediales, en número de 2 en los casos observados y ubicados hacia los ángulos laterales de la sección. Células que rodean el epitelio secretor, de membrana medianamente engrosada. Endodermis con las células de membrana delgada y de espesor uniforme

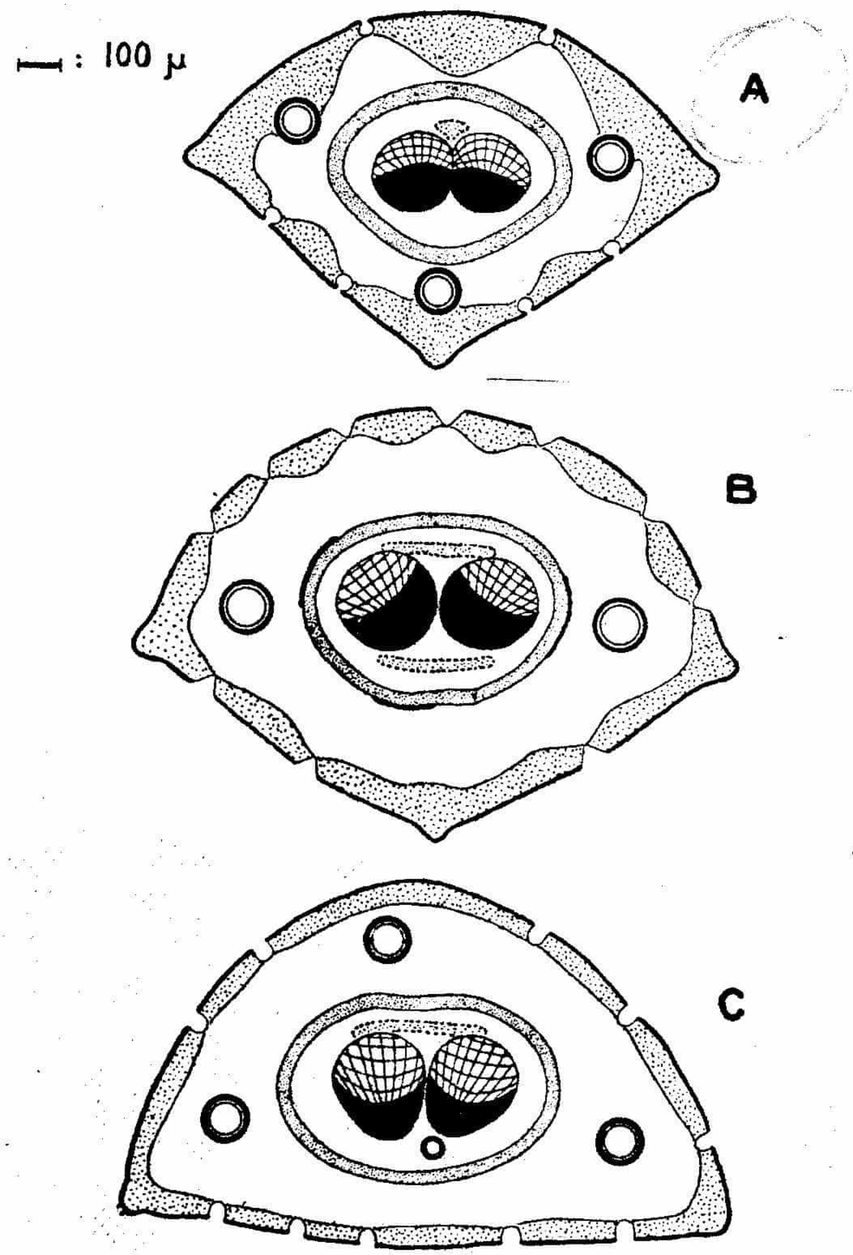

FIG. 3. — A, *P. canariensis*, C. SMITH; B, *P. Sabiniana*, DOUGLAS; C, *P. nigra*, ARNOLD.

o con la pared externa engrosada en algunas de ellas.. Haces vas-lares en número de 2, muy juntos; hay elementos esclerenquimáticos dispuestos en bandas adyacentes al floema y xilema o distribuídos sin orden en el tejido de transfusión.

6. **Pinus nigra** ARNOLD (fig. 3, C)

Sección de la hoja en forma de semicírculo, de 1.500 μ de diámetro máximo. Estomas en las caras dorsal y ventral. Hipodermis en parte formada por una capa de células y en parte biforme. Canales resiníferos mediales, en número de 3-7 en los casos observados. Las células que rodean el epitelio secretor, tienen paredes gruesas. Pueden encontrarse 1-2 canales en el tejido de transfusión, adyacentes al xilema. Endodermis con células de membrana delgada y de espesor uniforme. Bandas de Caspary bastante notables y en determinadas células se extiende hasta la pared externa de la misma. Haces vasculares en número de 2; por lo general juntos. Existen elementos esclerenquimáticos ordenados en bandas junto al floema o distribuídos sin orden en el tejido de transfusión.

OBS. — HARLOW (op. cit.) no menciona para esta especie la existencia de canales resiníferos en el tejido de transfusión que he podido observar. Estos canales son de diámetro menor que los existentes en el mesófilo y su estructura no es tan diferenciada como la de aquéllos.

7. **Pinus Griffithii** MC. CLELLAND (fig. 4, A)

Sección de la hoja en forma de círculo, de 800 μ de diámetro máximo. Estomas en la cara ventral solamente. Hipodermis formada por una capa de células. Canales resiníferos externos, en número de 2 en los casos observados. Células que rodean el epitelio secretor, de membrana delgada. Endodermis con células de membrana delgada y de espesor uniforme. Un solo haz vascular.

8. **Pinus radiata** D. DON. (fig. 4, B)

Sección de la hoja en forma de círculo, de 1.500 μ de diámetro máximo. Estomas en las caras dorsal y ventral. Las células epidérmicas que circundan el estoma tienen una forma arqueada característica, que determinan una cavidad muy cerrada (fig. 1, D). Hipodermis biforme; por lo general de dos capas de células de espesor. Canales resiníferos mediales, en número de 2 en los casos observados y ubicados hacia los ángulos laterales de la sección. Las células que rodean el epitelio secretor son de paredes gruesas. Endodermis con células de paredes delgadas y de espesor uniforme. Bandas de Caspary bien notables, extendiéndose en algunas células hasta la pared externa de las mismas. Haces vasculares en número de 2, medianamente juntos.

9. **Pinus Pinaster** Aiton (fig. 4, C)

Sección de la hoja en forma de semicírculo, de 2.000 μ de diámetro máximo. Estomas en las caras dorsal y ventral, muy hun-

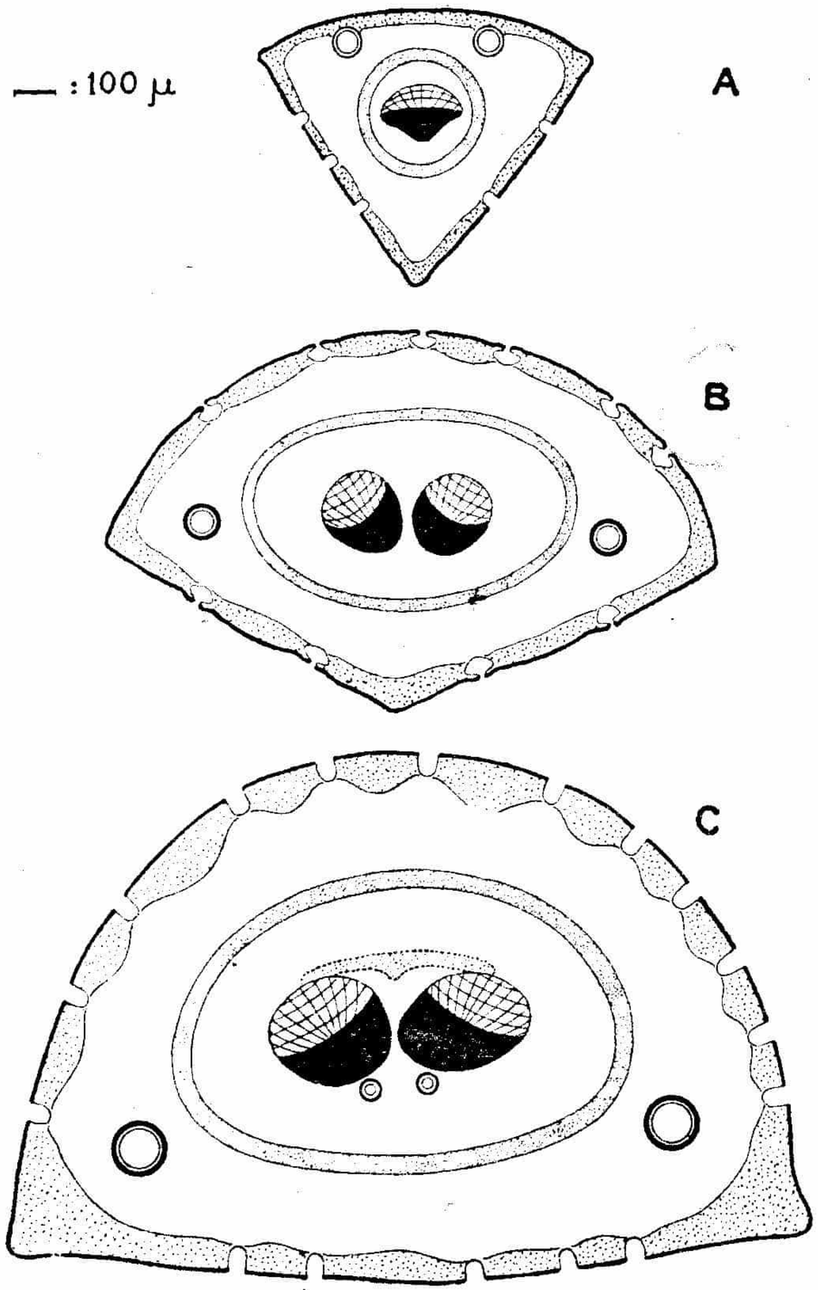

Fig. 4. — A, *P. Griffithii*, Mc. Clelland; B, *P. radiata*, D. Don.; C, *P. Pinaster*, Aiton.

didos. Hipodermis multiforme, muy notable, especialmente en los ángulos. Canales resiníferos mediales, en número de 2 en los casos

observados. Células que rodean el epitelio secretor, de membrana muy engrosada. Pueden encontrarse 1-2 canales resiníferos en el tejido de transfusión, adyacentes al xilema.

Obs. — La existencia de canales resiníferos en el tejido de transfusión no ha sido señalada en esta especie por Harlow (op. cit.), pero Coupin, Jodin y Dauphyné (op. cit.) ilustran esquemáticamente un corte transversal de una hoja de *P. Pinaster* (*P. maritima*) en el que se observan los canales resiníferos mencionados. Como en el caso de *P. nigra*, son de menor diámetro que los del mesófilo y menos diferenciados.

Bibliografía

Bailey, L. H. 1937. — *The Standard Cyclopedia of Horticulture.* 3. v. New York.

Cabrera, A. L. 1947. — *Las plantas cultivadas. III. Claves para determinar las plantas más comúnmente cultivadas en la República Argentina y, especialmente, en los alrededores de Buenos Aires. Bol. Soc. Arg. Hort.* 5 (51): 67-75.

Coupin, H.; H. Jodin, et A. Dauphyné. 1908. — *Atlas de Botanique Microscopique.* 126 p. París.

Eames, A. J., and L. H. Mac Daniels. 1925. — *An Introduction to Plant Anatomy.* 364 p. New York.

Harlow, W. M. 1947. — *The identification of the Pines of the United States native and introduced, by Needle Structure.* The N. Y. State Coll. of Forestry. Tech. Publ. N° 32. 19 p. 19 lám.

Johansen, D. A. 1940. — *Plant Microtechnique.* 523 p. New York.

Pujiula, J. 1921. — *Histología, Embriología y Anatomía Microscópica Vegetales.* 550 p. Barcelona.

Sass, J. E. 1940. — *Elements of Botanical Microtechnique.* 222 p. New York.

Wettstein, R., y F. Wettstein. 1944. — *Tratado de Botánica.* 1030 p. trad. castellana, Ed. 4ª alemana.